4Л

УДК 681.3.06

О.С. Литвинская, И.И. Сальников
Пензенская государственная технологическая академия, г. Пенза, Россия
Россия, г. Пенза, проезд Байдукова, 1а
los@pgta.ru

Математическая модель принятия решения по выбору средств реализации информационных технических систем

O.S. Litvinskaja, I.I. Salnikov
Penza State Technological Academy, Penza, Russia
Russia, Penza, Bajdukowa, 1a
los@pgta.ru

Mathematical Model for Decision on Selection of Implementers for Information Engineering Systems

О.С. Литвинська, І.І. Сальніков
Пензенська державна технологічна академія, м. Пенза, Росія
Росія, м. Пенза, проїзд Байдукова, 1а
los@pgta.ru

Математична модель прийняття рішення по вибору засобів реалізації інформаційних технічних систем

В статье рассмотрена обобщенная структура системы принятия решения по выбору средства реализации проектируемой информационной технической системы. При этом учитываются параметры исходного сигнала, заданный алгоритм обработки, требования по быстродействию, информационные и энергетические характеристики ИТС. Формируются нормированные коэффициенты, которые объединяются в обобщенную критериальную функцию. Ядром выбора является целевой функционал, значения которого дают варианты решения.
Ключевые слова: принятие решения, целевой функционал, критериальные функции, выбор элементной базы.

In the article, the generalized structure of decision on the implementer selection for the designed information technology systems is considered. This takes into account the parameters of the original signal, given processing algorithm, the requirements for speed, information and energy characteristics of the ITS. Normalized form factors, which are combined into a generalized criterion function, are made. The core target of selection is the functional, which significance provides solutions.
Key Words: decision making, target the functional, criterion function, the choice of the element-term basis.

У статті розглянута узагальнена структура системи прийняття рішення щодо вибору засобу реалізації проектованої інформаційної технічної системи. При цьому враховуються параметри вихідного сигналу, заданий алгоритм обробки, вимоги по швидкодії, інформаційні та енергетичні характеристики ІТС. Формуються нормовані коефіцієнти, які об'єднуються в узагальнену критеріальну функцію. Ядром вибору є цільовий функціонал, значення якого дають варіанти рішення.
Ключові слова: прийняття рішення, цільовий функціонал, критеріальні функції, вибір елементної бази.

Введение

В настоящее время системы принятия решения (СППР) успешно развиваются в области экономики и управления [1]. Применение СППР для решения технических задач развито слабо. Одной из таких задач является выбор средства реализации информационных технических систем (ИТС). Современные технологии производства интегральных схем обуславливают широкий спектр электронных компонентов ИТС как по функциональному назначению, так и по информационной производительности. При этом выбор элементной базы при проектировании ИТС выполняется субъективно, на основе знаний разработчика и его приверженностей. Разработать СППР, реализующую метод оптимального выбора средств реализации ИТС в современных условиях, представляется актуальной задачей. Разработка подобного метода должна основываться на всестороннем изучении условий работы проектируемой ИТС. Сюда входят параметры исходного сигнала, преобразуемого ИТС, заданный алгоритм обработки, требования по быстродействию, информационные, энергетические характеристики ИТС, а также экономическая целесообразность затрат [2].

При классификации задач, решаемых информационно-техническими системами (ИТС), следует отметить, что они занимают значительную область в обработке пространственно-временных сигналов (ПВС). В этих ИТС широко используется описание как пространственных, так и временных характеристик физических носителей информации, таких как электромагнитное поле в свободном пространстве и электрический ток в проводниках [3].

ИТС, работающие с ПВС, имеют разнородные условия эксплуатации и большое количество параметров, описывающих характеристики различной физической природы. В настоящее время утвердились цифровые методы обработки информации (ЦОИ) на базе универсальных ЭВМ, на базе микроконтроллеров и сигнальных процессоров, а также с использованием программируемых логических интегральных схем (ПЛИС) [4]. Указанные средства реализации составляют верхний уровень иерархии средств реализации ИТС, каждый из которых, в свою очередь, может делиться по другим признакам – информационной производительности, потребляемой энергии, объему памяти, возможности распараллеливания заданного алгоритма и т.п.

Целью данной работы является построение обобщенной математической модели принятия оптимального решения по выбору средств реализации проектируемой информационной технической системы.

Постановка задачи принятия решения

Общая постановка задачи принятия решений с помощью критериального языка описания выбора формулируется следующим образом.

Пусть X – множество альтернатив, Y – множество возможных исходов, результатов. Предполагается связь между выбором некоторой альтернативы $x_i \in X$ и наступлением соответствующего исхода $y_i \in Y$. Требуется выбрать наилучшую альтернативу x_i, для которой исход имел бы наилучшую оценку качества. Под качеством на стадии проектирования ИТС понимается удовлетворение основным техническим требованиям системы.

Задачу выбора применительно к области проектирования ИТС можно считать задачей в условиях определенности, т.е. нам заранее известны исходы при указанных альтернативах.

В этом случае существует однозначное отображение $X \xrightarrow{\varphi} Y$, т.е. реализуется функция $y = \varphi(x)$.

Поскольку связь детерминированная, то $f : Y \to R$, т.е. каждый исход можно оценить конкретным вещественным числом *R*. Функцию *f* называют **критериальной функцией**.

В этом случае сравнение исходов сводится к сравнению соответствующих им чисел, например, в случае максимизации более предпочтительным исходу y_j может быть исход y_i, если $f(y_i) > f(y_j)$.

При наличии ряда исходных условий, характеризующих проектируемую ИТС, получим множество частных критериальных функций: $f_k : Y \to R_к$ при $k = 1,2,\ldots,n$. Поскольку речь идет о детерминированной связи между множеством *X* и множеством *Y*, то критериальная функция *f* трансформируется в некоторую функцию *J*, заданную на множестве *X* и являющуюся суперпозицией φ и *f*:

$$J : X \to R,\ J = f \cdot \varphi. \tag{1}$$

Поскольку функция *J* выполняет однозначное отображение множества исходов на множество вещественных чисел, то ее можно называть **целевым функционалом**. Если применить метод линейной свертки, основанный на объединении частных критериальных функций в один целевой функционал, то задача выбора может быть описана выражением

$$J(x) = \sum_{i=1}^{n} \alpha_i \cdot f_i(x) \to \max_{x \in X}, \tag{2}$$

где α_i – весовые коэффициенты или показатели значимости отдельных критериальных функций f_i, причем $\forall \alpha_i : \alpha_i > 0; \sum_{i=1}^{n} \alpha_i = 1.$ Более реалистичной часто оказывается ситуация, когда целевой функционал оценивается не одним числом, а интервалом, т.е. работа ведется с векторным отображением:

$$J : X \to R^n,\ J = \{J_1, J_2, \ldots, J_n,\},\ J_i = f_i(\varphi(x)). \tag{3}$$

В результате мы приходим к распространенной в приложениях многокритериальной модели принятия решений или задаче многокритериальной оптимизации вида

$$J_i(x) \to \max_{x \in X},\ i = 1,\ldots,n,\ \text{т.е.}\ X \subset R^n. \tag{4}$$

Последнее уточнение указывает на то, что все альтернативы параметризованы и каждому из решений соответствует точка $x \in R^n, x = (x_1, \ldots, x_n)$.

Этапы принятия решения

В работе развиваются положения СППР в области проектирования информационных технических систем (ИТС), ядром которых являются специализированные **цифровые устройства обработки сигналов** [5].

Новизна предлагаемого метода выбора основана на совмещении параметров сигналов, алгоритмов обработки и средств реализации в виде одного функционала.

На рис. 1 показана структура метода целевого функционала формирования решения по выбору средств реализации ИТС.

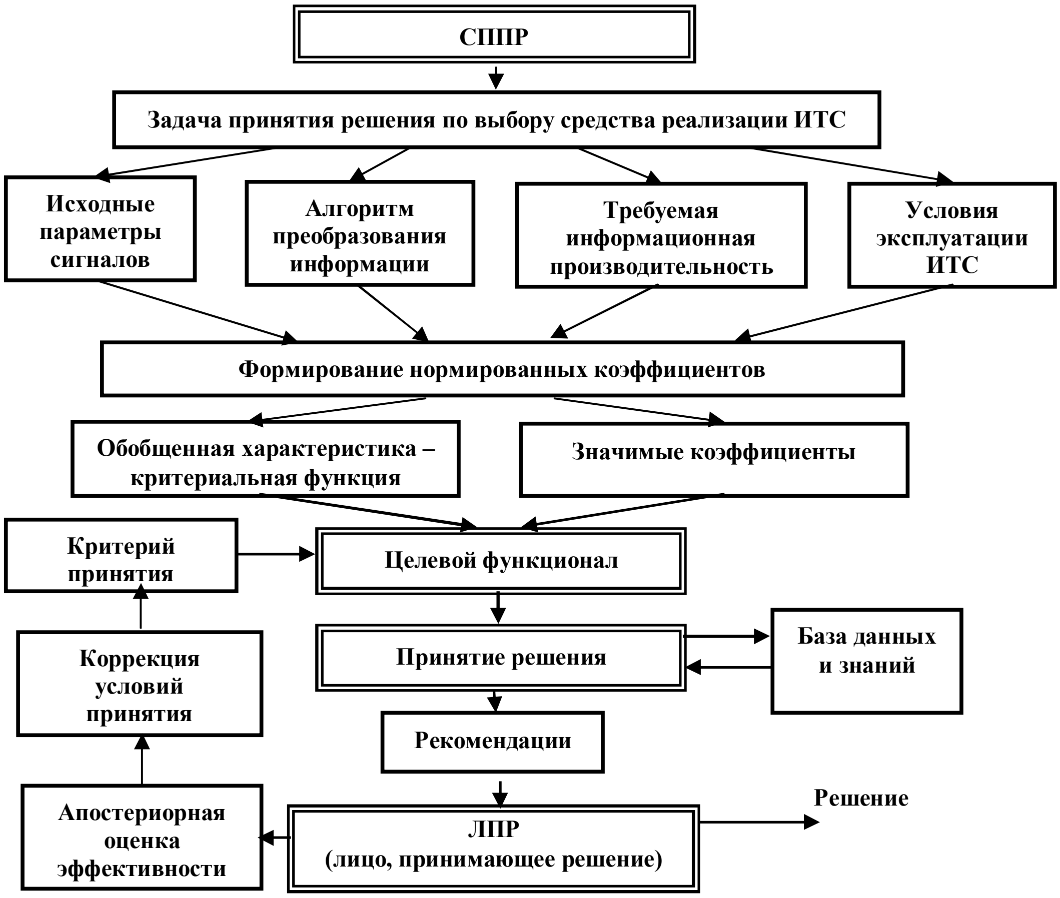


Рисунок 1 – Структурная схема принятия решения

Исходными параметрами сигналов могут быть динамический диапазон входного сигнала, влияющий на формат представления входных данных; скорость потока данных, характеризуемая количеством отсчетов обрабатываемого сигнала в единицу времени, отношение сигнал / шум. Все эти параметры имеют различные единицы измерения.

Алгоритм преобразования информации характеризуется видом алгоритма, количеством операций и типом преобразования исходных данных. Вид алгоритма обработки информации приводится к числовой характеристике с помощью некоторых экспертных оценок по сложности выполняемых операций.

В работе предлагается собственная классификация алгоритмов, сложность которых оценивается коэффициентом вида алгоритма $K_{ВА}$. Выделены управляющие, вычислительные и преобразовательные алгоритмы. Коэффициент вида управляющих алгоритмов как наиболее простых $K_{ВА} = 1$; для вычислительных алгоритмов, работающих с вычислением функций, $K_{ВА} = 2$; для преобразовательных алгоритмов, характеризующихся преобразованием массива исходных данных в массив результатов, $K_{ВА} = 3$.

Требования по информационной производительности включают в себя оценку быстродействия, которое предложено оценивать коэффициентом реального времени $K_{РВ}$, а также оценку информационной емкости ИТС, которая оценивается коэффициентом информационных возможностей $K_{ИВ}$.

Условия эксплуатации ИТС в общем виде характеризуются огромным количеством параметров и требований, из многообразия которых берутся только условия

автономной работы K_{AP}. При этом имеется ввиду время работы мобильной ИТС от аккумуляторов с заданной емкостью при потребляемой мощности, зависящей от элементной базы проектируемой ИТС.

Альтернативные варианты средств реализации алгоритмов характеризуются значимыми параметрами, например, при выборе микроконтроллеров таковыми могут быть производительность, разрядность шины данных, разрядность шины адреса и внутренняя память программ микроконтроллера.

Выделенные исходные параметры сигналов, параметры алгоритма преобразования информации, параметры информационной производительности и условия эксплуатации оцениваются в виде числовых параметров с различными единицами измерения. Для дальнейшего объединения в единую формулу функционала они подвергаются **нормированию** для получения безразмерных коэффициентов.

Далее на основе анализа полученных нормированных коэффициентов выделяются значимые, которые присутствуют в целевом функционале в явном виде. Остальные нормированные коэффициенты объединяются в некоторую **обобщенную критериальную функцию**. Простейшей аналитической моделью этой функции может быть сумма нормированных коэффициентов с указанием их приоритетов. Приоритеты задаются весовыми коэффициентами.

Ядром выбора является ***целевой функционал принятия решения***, который представляет собой математическое выражение, объединяющее значимые параметры и обобщенную критериальную функцию.

Принятие решения осуществляется по значениям целевого функционала, построенного на основе исходных данных по проектированию ИТС. При этом область значений функционала разбивается **на зоны**, представляющие собой группы средств реализации, определяющие варианты принятия решения.

В случае, если аналитическое выражение целевого функционала представлено унимодальной функцией, то попадание максимума в данную зону определяет тип выбранного средства реализации, а смещение максимума определяет оптимальное значение обобщенной критериальной функции. Возможно представление функционала монотонной функцией. В этом случае значение обобщенной критериальной функции дает значение функционала, попадающее в зону искомого средства реализации.

Разработанный метод формирует решение рекомендательного характера. Конечное решение принимает лицо принимающее решение (**ЛПР)**, то есть человек, наделенный соответствующими полномочиями и несущий ответственность.

Получив вариант решения, ЛПР может выполнить **апостериорную оценку эффективности**, т.е. оценить его оптимальность. При выборе возможна **коррекция условий принятия решения**.

Выводы

В данной работе предложен общий подход к формированию метода принятия решения по выбору средства реализации проектируемой информационной технической системы. Исходными данными являются параметры обрабатываемого сигнала, вид алгоритма обработки, требования по быстродействию и информационным возможностям, а также требования по энергетическому потреблению. Все исходные данные представляются в виде безразмерных нормированных коэффициентов, которые объединяются в обобщенную критериальную функцию, входящую в целевой функционал принятия решения. Представлена структурная схема принятия решения, показывающая взаимодействие основных компонент метода.

Принятие решения осуществляется по значениям целевого функционала, построенного на основе исходных данных по проектированию ИТС. При этом область

значений функционала разбивается на зоны, представляющие собой группы средств реализации, определяющие варианты принятия решения. Попадание максимума в данную зону определяет тип выбранного средства реализации, а смещение максимума определяет оптимальное значение обобщенной критериальной функции. Разработанный метод формирует решение рекомендательного характера. Конечное решение принимает лицо, принимающее решение. Получив вариант решения, ЛПР может выполнить апостериорную оценку эффективности с возможностью коррекциии условий принятия решения.

Литература

1. Черноруцкий И.Г. Методы оптимизации в теории управления / Черноруцкий И.Г. – СПб. : Питер, 2004. – 256 с.
2. Сальников И.И. Растровые пространственно-временные сигналы в системах анализа изображений / Сальников И.И. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 248 с.
3. Сальников И.И. Анализ пространственно-временных параметров удаленных объектов в информационных технических системах / Сальников И.И. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2011. – 252 с.
4. Тарасов И.Е. Разработка цифровых устройств на основе ПЛИС / Тарасов И.Е. – М. : Горячая линия-Телеком, 2005. – 253 с.
5. Лайонс Р. Цифровая обработка сигналов / Лайонс Р. – М. : Бином, 2007. – 656 с.

Literatura

1. Chernoruckij I.G. Metody optimizacii v teorii upravlenija. SPb.: Piter. 2004. 256 s.
2. Salnikov I.I. Rastrovye prostranstvenno-vremennye signaly v sistemah. M.: FIZMATLIT. 2009. 248 s.
3. Salnikov I.I. Analiz prostranstvenno-vremennyh parametrov udalennyh ob’ektov v informacyonnyh tehnicheskih sistemah. M.: FIZMATLIT. 2011. 252 s.
4. Tarasov I.E. Razrabotka cifrovyh ustrojstv na PLIS. M.: Gorjachaja linija-Telekom. 2005. 253 s.
5. Lajons R. Cifrivaja obrabotka signalov. M.: Binom. 2007. 656 s.

RESUME

O.S. Litvinskaja, I.I. Salnikov

Mathematical Model for Decision on Selection of Implementers for Information Engineering Systems

In the article, the generalized structure of decision on the implementer selection for the designed information technology systems is proposed. The initial data are the parameters of the processed signal, the type of processing algorithm, the requirements for speed and the possibility of information, as well as requirements for energy consumption. All raw data are presented as normalized dimensionless coefficients, which are combined into a generalized criterion function, which is included in the objective functional of decision making. The block diagram of the decision, which shows the interaction of the basic components of the method, is given.

The decision is made by the values of the objective function, in structure on the basis of initial data for the design of ITS. In this case, the range is divided into functional areas, which are groups of implementation options for determining the decision. Contact with a maximum in the zone selected type means to implement and the displacement maxima determines the optimal values of the generalized criterion function. The developed method forms a solution of a recommendatory nature. The final decision made a person of decision-taking. After receiving the decision version, the FDT can perform a posteriori evaluation of the effectiveness of the correction terms with the possibility of decision making.

Статья поступила в редакцию 01.06.2012.